Galileo advirtió que su descubrimiento abría nuevas perspectivas para la medición del tiempo. Como un péndulo demora un tiempo fijo en dar una oscilación, podía ser aplicado a la construcción de relojes que, como se sabe, requieren un mecanismo que marque el ritmo a intervalos regulares.

Galileo le encomendó a su hijo la construcción de un reloj de péndulo que, por diversas causas, no fue terminado hasta después de la muerte de ambos.

Pero, claro, para que el reloj funcionara adecuadamente en un universo donde existe el rozamiento, éste ya no podía despreciarse, y Galileo debió diseñar un mecanismo que compensara la pérdida de energía.

EL APORTE DE HUYGENS

Aunque Galileo fue uno de los artífices de una nueva concepción científica basada en la observación y la corroboración experimental de las ideas, a veces juzgaba innecesario realizar ciertos experimentos. Es posible que, por ello, no haya advertido que la primera de sus leyes era válida sólo bajo ciertas condiciones. Según esta ley, en un mismo péndulo, el período de oscilación no depende de la amplitud del movimiento. Pero esto es así, siempre y cuando las amplitudes sean pequeñas. El que llamó la atención sobre esto fue el holandés Christian Huygens (1629-1695), un notable científico contemporáneo de Newton, que aparece en los libros por su concepción corpuscular de la luz. Huygens diseñó un nuevo mecanismo para compensar la desviación.

Muchos relojeros, mientras tanto, utilizaron péndulos de grandes longitudes que se movían con pequeñas oscilaciones, y de ese modo se escabulleron del problema. El célebre observatorio de Greenwich, por ejemplo, contaba a fines del siglo XVII con dos relojes con péndulos de 4 metros y período de oscilación de apenas 2 segundos.

LO QUE NO PODÍA FALTAR: LA FÓRMULA

El período de oscilación de un péndulo (T) está dado por la siguiente expresión:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \quad \begin{cases} L = \text{longitud del péndulo} \\ g = \text{aceleración de la gravedad en el lugar de la experiencia} \end{cases}$$

El análisis de la fórmula muestra que, efectivamente, el período es independiente de la amplitud y de la masa (aunque sabemos que esto vale sólo para pequeñas amplitudes). Vamos a verificar si la fórmula es correcta. Entonces, a trabajar...

a. Realicen, paso a paso, la siguiente experiencia.

Materiales necesarios:

- hilo, algo que sirva de peso (una pesa de 100g cumple bien su función, aunque no sea esférica, y tiene la ventaja de que es fácil de sujetar), un metro o regla graduada y un reloj con segundero (si se consigue un cronómetro, mejor).

Procedimiento

- Construyan un péndulo de longitud L_1 = 40 cm. La longitud del péndulo se toma desde el punto de suspensión hasta el centro de la esferita.
- Midan el tiempo de cinco oscilaciones completas (es decir, ida y vuelta), y llenen el espacio correspondiente en el cuadro. Recuerden que las amplitudes deben ser pequeñas.

- Hallen el período (experimental) de este péndulo a partir del tiempo medido en el punto anterior. Escriban este valor en el espacio correspondiente de un cuadro como el siguiente.
- Calculen el período (teórico) a partir de la fórmula. Consideren π = 3,14 y g = 9,8 m/s^2. Discutan si conviene expresar la longitud en metros o en centímetros.
- Transcriban al cuadro el valor calculado.
- Repitan los pasos anteriores para un péndulo de L_2 = 160 cm. Llenen los espacios correspondientes del cuadro con los nuevos valores obtenidos.

Longitud	**T de 5 oscilaciones (s)**	**T experimental (s)**	**T teórico (s)**
40 cm			
160 cm			

¿A qué atribuirían las posibles diferencias entre T experimental y T teórico?

¿Por qué creen que se miden cinco oscilaciones y no directamente una? ¿Y por qué no 200?

¿Cuántas oscilaciones realiza en un minuto cada uno de los péndulos anteriores?

¿Qué longitud debería tener un péndulo para que su período fuese el triple del de L = 40 cm?

¿Y para que su período fuera la mitad del de L = 40 cm?

b. Para profundizar sobre este tema, sugerimos investigar las contribuciones de Galileo y de Huygens en relación con el estudio del péndulo, y la evolución de los mecanismos para compensar las pérdidas de energía por rozamiento en los relojes de péndulo. Pueden recurrir a libros, Internet o CD-ROM.

Por último, una reflexión. Si eliminamos la condición de que las amplitudes sean pequeñas, la ecuación del péndulo se vuelve sumamente compleja y es necesario emplear recursos matemáticos avanzados: queda planteada una **integral elíptica**, cuya solución es una suma de infinitos términos. Si de esos términos sólo tomamos los primeros y descartamos al resto, obtendremos la fórmula con que trabajamos en esta guía.

Esa fórmula, entonces, es una simplificación válida que permite resolver el problema en una primera aproximación.